

Эпидемия коронавируса в России. Моделирование и прогнозирование динамики

В.В. Захаров, Ю.Е. Балыкина

Санкт-Петербургский государственный университет

Абстракт. В основу исследования положен метод аналогий (case-based reasoning), применяемый при статистическом анализе, прогнозировании и принятии решений в области общественного здоровья. Моделирование и прогноз динамики распространения вируса COVID-19 требует разработки новых подходов, позволяющих оперативно прогнозировать динамику распространения в условиях неопределенности. Построена математическая модель прогнозирования динамики распространения коронавируса на территории России в условиях неопределенности параметров, позволяющая предсказывать значения будущих статистических параметров эпидемии.

Терминология. В эпиддинамике и эпидемиологии под пиком эпидемии понимают максимальное число болеющих (активных случаев) в стране в течение всех дней эпидемии, а под пиком эпидемии по приросту новых случаев – максимальное значение прироста новых случаев заболевания. В средствах массовой информации понятие пика эпидемии трактуется неоднозначно.

При анализе использованы данные о распространении коронавируса из открытых источников: портала [«Стопкоронавирус.рф»](https://stopcoronavirus.rf) и портала [Worldometer](https://worldometer.ru). Результаты исследования, начатого 1 мая 2020 года, отражены в приведенных далее аналитических заметках.

Заметка 1 мая 2020 года

Каковы могут быть оценки даты достижения пика эпидемии в России?

Прогноз.

При сравнительном анализе можно прогнозировать, что это произойдет не раньше 16 мая.

К этому времени общее количество инфицированных может преодолеть рубеж 160 000.

Факт

Пик эпидемии по числу болеющих в России людей достигнут 24 мая, когда было зафиксировано 230 996 болеющих.

Рубеж 160 000 общего количества заболевших людей перейден Россией 5 мая, когда общее число заболевших составило 165 929.

Заметка 5 мая 2020 года

Прогноз

При средней скорости роста числа инфицированных людей в период с 6 по 16 мая в 3,5%, к 17 мая общее число инфицированных может достичь уровня 230 тысяч человек.

Учитывая снижение скорости роста количества болеющих в России с 9,6% 22 апреля до 6,5% 4 мая, можно надеяться, что в течение 2-3 дней скорость роста количества болеющих упадет ниже 5%, а достигнет этого значения примерно 17 мая.

Россия может выйти на пик эпидемии (по количеству болеющих), когда скорость роста общего числа инфицированных будет около 2% и начнется снижение числа болеющих, ориентировочно 17 мая, достигнув уровня общего числа инфицированных 230 тысяч человек.

Факт

17 мая общее число заболевших достигло уровня 290 678.

Процентный прирост числа болеющих 19 мая составил -0,29%, однако, затем начал возрастать и достиг нового отрицательного значения -1,55% 25 мая.

Россия предположительно вышла на пик эпидемии по количеству болеющих 24 мая, когда общее число болеющих равнялось 230 996, а процентный прирост – 1,47%.

Заметка 12 мая 2020 года

Прогноз

Учитывая, что (как и прогнозировалось в записке от 7 мая) скорость роста количества болеющих людей в России упала ниже 5% (3,94%), возможность выхода России на пик эпидемии (по числу болеющих) примерно 20-21 мая вполне вероятна. Абсолютное значение прироста числа инфицированных в течение последних 10 дней стабилизировалось около значения 11000. Возможным вариантом в последующие 2-3 дня является переход числа инфицированных людей к устойчивому снижению. Таким образом, велика вероятность того, что в эти дни Россия пройдет пик эпидемии по приросту новых случаев заболевания (11656 – 10 мая).

Россия предположительно может выйти на пик эпидемии по количеству болеющих, когда скорость роста общего числа инфицированных будет около 2% и начнется снижение числа болеющих, ориентировочно 20-21 мая, достигнув уровня общего числа инфицированных 305 тысяч человек.

Факт

Россия вышла на пик эпидемии по приросту новых случаев заболевания 10 мая. В этот день было зафиксировано максимальное за весь период количество новых случаев – 11 656.

20 мая скорость роста числа инфицированных была 2,87%, 21 мая – 2,8%.

20 мая было зафиксировано – 317 554 заболевших, 21 мая – 326 342.

Заметка 16 мая 2020 года

Прогноз

15 мая общее число инфицированных составляет 272 043 при процентном приросте в этот день в 3,5% и абсолютном значении прироста 9 200 новых случаев. При динамике прироста, схожей с текущей, интервал снижения процентного прироста от 5 до 2-2,5% может составить не менее 12 дней (оптимистичный прогноз – 23 мая).

Россия может выйти на пик эпидемии по количеству болеющих ориентировочно 23 мая при среднем (на промежутке от 11 до 23 мая) ежедневном приросте 3-3,5%, достигнув уровня общего числа инфицированных 305-350 тысяч человек (среднее значение 327 500).

Факт

Переход от уровня процентного прироста 5% до 2-2,5% занял 15 дней, 26 мая процентный прирост перешел рубеж 2,5% и равен 2,3%.

Общее число заболевших 23 мая оказалось равным 344 421.

Заметка 25 мая 2020 года

Прогноз

Если замедление падения скорости прироста числа инфицированных людей будет продолжаться, то прогнозируемая дата достижения уровня меньше 1% должна быть скорректирована. При предположении, что до уровня 2% скорость прироста опустится через 5 дней, то переход от текущего уровня 2,6% до уровня 1% может занять не менее 17 дней. Следовательно, с учетом текущей ситуации процентный прирост может выйти на уровень менее 1% ориентировочно 10-11 июня 2020 года.

Дата выхода России на пик эпидемии (по числу болеющих) пока остается под вопросом.

При средней скорости процентного прироста в период с 25 мая по 10 июня в 1,5% общее количество инфицированных людей может увеличиться до 455000 человек.

Факт

25 мая зафиксирован процентный прирост новых случаев – 2,52%, 26 мая – 2,3%, 27 мая – 2,26%.

Локальный максимум количества болеющих 230 996 зафиксирован 24 мая. В последующие дни зафиксирован отрицательный прирост: 25 мая – -3 590 (-1,55%), 26 мая – -2902 (1,26%), 27 мая – -588 (-0,26). Необходимо продолжить наблюдение.

Заметка 31 мая 2020 года

Локальный пик эпидемии по количеству болеющих (активных случаев) по данным официальной статистики зафиксирован 24 мая (по состоянию на 25 мая) – 230 996 человек. В последующие дни уменьшение этого показателя продолжалось до 27 мая, однако затем начало расти: 28 мая – 223 992, 29 мая – 224 561, 30 мая – 229 267. Процентный прирост количества активных случаев **возрастает** последние три дня: 28 мая он составил 0,03%, 29 мая – 0,20%, 30 мая – 2,15%. **Аналогично возрастает** и суточный прирост количества выявленных заболевших: 28 мая – 2,26%, 29 мая – 2,31%, 30 мая – 2,34%.

Прогноз

Не исключено, что в течение двух следующих дней при сохранении указанных тенденций будет зафиксировано количество активных случаев, превышающее значение 230 996 (24 мая), то есть, возможно, зафиксированный по состоянию на 25 мая пик эпидемии имеет лишь **локальный характер**.

Учитывая, что в течение последних 5 дней процентный прирост общего количества заболевших пока не опустился до уровня 2% скорость (как предполагалось в записке от 25 мая), переход от текущего уровня 2,34% до уровня 1% может занять, по нашим оценкам, не менее 15 дней. Следовательно, с учетом текущей ситуации процентный прирост общего количества инфицированных может выйти на уровень менее 1% ориентировочно 14-15 июня 2020 года (при среднем, в течение 15 дней, ежедневном процентном приросте новых случаев 1,5%).

Абсолютный прирост количества выявленных заболевших к **10-11 июня** может опуститься до **4670**, а общее число инфицированных возрасти до 467 000 человек.

Абсолютный прирост количества выявленных заболевших к **14-15 июня** может опуститься до **5070** новых случаев заболевания, а общее число инфицированных составить 507 000 человек.

Заметка 2 июня 2020 года

Локальный пик эпидемии по количеству болеющих (активных случаев) по данным официальной статистики зафиксирован 24 мая (по состоянию на 25 мая) – **230 996** человек. В последующие дни уменьшение этого показателя продолжалось до 27 мая, однако затем начало расти: 28 мая – 223 992, 29 мая – 224 561, 30 мая – 229 267. 31 мая зафиксировано **234 146** болеющих (активных случаев). Процентный прирост количества активных случаев 31 мая составил **2,13%**, в результате, появился кандидат на **новый локальный пик эпидемии** по числу болеющих. По состоянию на сегодняшний день число активных случаев уменьшилось до **231 719**, продемонстрировав отрицательный прирост **-1,04%**.

Прогноз о **возможной локальности пика эпидемии** по числу болеющих (активных случаев) 24 мая, представленный в аналитических заметках от 25 и 31 мая, подтвердился. Россия преодолела новый **локальный пик эпидемии**.

Прогноз

Переход процентного прироста числа выявленных заболевших от уровня 5% до уровня 2% занимает уже 21 день, что больше чем в Испании (8 дней), Италии (15), Великобритании (18), Франции (11) и США (14). При сохранении тех же темпов снижения процентного прироста Россия опустится до уровня **2%**, возможно, **через 1-2 дня**.

В этом случае, **абсолютный прирост** количества выявленных заболевших к **10-11 июня** может опуститься до **7360**, показатель процентного прироста может уменьшиться до **1,5%**, а общее число инфицированных возрасти до **491 000** человек. К **20-21 июня** абсолютный прирост может опуститься до **5 690** новых случаев в сутки, а общее количество выявленных заболевших может возрасти до **569 000** человек.